البيوت المحمية

تعتبر الزراعة في **البيوت المحمية** (**Greenhouses**) أحد أهم الأساليب الحديثة في المجال الزراعي والتي تساعد في زيادة الإنتاج وفي التنمية الزراعية. ويعد استخدام البيوت المحمية ضروريا جدا للتغلب على ظروف البيئة القاسية. وتبرز أهمية البيوت المحمية في المناطق ذات المناخ الصحراوي والذي تمثله معظم مناطق المملكة العربية السعودية من حيث ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية صيفا بالإضافة إلى شدة الإشعاع الشمسي الساقط وقلة الموارد المائية المتاحة. والبيوت المحمية تحد من التأثيرات السلبية للتقلبات الجوية والأخطار المتعلقة بالجو مثل الصقيع والتلف الناتج من الرياح والأمطار والأتربة والغبار.

مصطلح البيت المحمي (Greenhouse) يستخدم لمنشأة مغطاة بمواد شفافة لغرض السماح للضوء الطبيعي (أشعة الشمس) للنفاذ ومن ثم استخدامه في نمو النباتات، ولكن غالبية الدول الأوربية تستخدم مصطلح **البيت الزجاجي** (**Glasshouse**).

البيت المحمي هو منشأة لتهيئة البيئة المناسبة لنمو العديد من أصناف النباتات (خاصة محاصيل الخضر والزينة) خلال أي فصل من فصول السنة وتحقيق أكبر عائد ممكن من وحدة المساحة، وذلك من خلال التحكم في بعض العوامل البيئية المهمة لنمو وإنتاجية النباتات بدرجات مختلفة من الدقة. ومن هذه العوامل درجة الحرارة (air temperature)، والرطوبة النسبية (relative humidity)، ومستوى الإضاءة (light level) وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون (carbon dioxide concentration) بالإضافة إلى عوامل متعلقة بتغذية النباتات ومكافحة الآفات.

البيت المحمي هو عبارة عن هيكل مغطى بمادة منفذة للضوء تستغل فيه طاقة الإشعاع الشمسي في نمو النباتات، لذا لابد من الحصول على معدل مناسب من الإشعاع الشمسي يفي بالاحتياجات الضوئية للنباتات مع تغطية أكبر مساحة ممكنة، مع الأخذ في الاعتبار النواحي الاقتصادية. وفي الأوقات الباردة من السنة، يوصى بالحصول على أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي لينفذ إلى داخل البيت المحمي، حيث يعمل على تدفئة الهواء داخل البيت خاصة في المناطق الباردة مما يقلل من الطاقة المستهلكة في عملية التدفئة وذلك نظراً لأن البيت المحمي هو في الأساس مجمع للإشعاع الشمسي. وتعد مادة **الزجاج** ذات نفاذية عالية للإشعاع الشمسي ونفاذية منخفضة للإشعاع الحراري (طويل الموجة). وهذا يعمل على تراكم

الحرارة داخل البيت المحمي، فبالتالي يفضل استخدامها في المناطق الباردة في فصل الشتاء. أما الأغشية البلاستيكية مثل **البوليثيلين** فهي ذات نفاذيه عالية للإشعاع الحراري.

أما في المناطق الحارة (كالمملكة العربية السعودية) يفضل استخدام أغطية لها نفاذية أقل للإشعاع الشمسي في فصل الصيف الحار. ويتم ذلك باستخدام مواد تظليل بنسب مختلفة. هذا الإجراء سوف يؤدي بلا شك إلى تقليل حمل التبريد المستخدم وكذلك تقليل نتح النباتات من المياه، وخفض كمية المياه المستهلكة أثناء عملية **التبريد التبخيري**. هناك العديد من الطرق **لتظليل البيوت المحمية** منها على سبيل المثال رش الجير الأبيض على مادة الغطاء مما يقلل من نفاذيتها للإشعاع الشمسي، كذلك تستخدم الستائر البلاستيكية أو القماش بنسب مختلفة (٢٥%،٥٠%،٦٥%،٧٥%،٨٠%) كمواد تظليل للبيوت المحمية في الأوقات الحارة من السنة. يجب أن لا تكون كمية التظليل عالية جداً لكي لا تقل كمية الإشعاع المستخدم في عملية التمثيل الضوئي حيث يجب أن يكون هناك موازنة بين تقليل حدة الإشعاع الشمسي لتقليل الحرارة المتراكمة وبين توفير القدر اللازم من الضوء المرئي (٠,٤ – ٠,٧ ميكرون) اللازم لنمو النبات.

وتتوفر في البيوت المحمية **أنظمة تحكم** مختلفة في الظروف البيئية مثل أنظمة التهوية والتبريد والتدفئة. وتتم تهوية البيوت المحمية إما ميكانيكيا بالمراوح أو طبيعيا بالرياح لغرض التحكم في الرطوبة النسبة ودرجة الحرارة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون داخل البيت المحمي. ويعتبر تبريد البيوت المحمية خلال الأوقات الحارة من السنة ضرورة لخفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى البيت المحمي ورفع رطوبته لمعدلات مناسبة لنمو النبات والتلقيح وعقد الثمار. وتعتبر عملية **التبريد التبخيري** (**Evaporative cooling systems**) أو التبريد بتبخير الماء من الطرق الشائعة لتبريد البيوت المحمية في المملكة العربية السعودية نظرا لانخفاض تكلفتها واستهلاكها الأقل للطاقة مقارنة بنظم التبريد الميكانيكية (كالفريون مثلا). كما أن التبريد التبخيري يعمل على زيادة المحتوى الرطوبى مع خفض درجة الحرارة للهواء داخل البيوت المحمية مما يقلل من الإجهاد المائي على النباتات وبالتالي انخفاض احتمالات حدوث الذبول. وتستخدم **أجهزة التدفئة** خلال أوقات السنة الباردة للحفاظ على درجة حرارة الهواء داخل البيت المحمي عند المستويات المطلوبة. ومعظم البيوت المحمية الموجودة الآن مجهزة **بأنظمة تحكم** آلي مرتبطة مع الحاسب الآلي لإعطاء أوامر التشغيل لعدة أجهزة مثل **مراوح التهوية** وأجهزة التدفئة ونظام الري وخلافة.

ونتيجة لاستخدام وسائل التحكم في الظروف البيئية المحيطة بالنباتات واستخدام أساليب حديثة في كل من الري وإضافة الأسمدة ومكافحة الآفات وفي تربية النباتات فإن إنتاج

محاصيل البيوت المحمية من وحدة المساحة المنزرعة يبلغ على الأقل سبعة أضعاف الإنتاج العادي، لذلك فهي تعطي ربحا سريعا يشجع المزارع على زيادة استخدامها والتوسع فيها.

والبيت المحمي يكون عادة مغطى بمادة منفذه للضوء كالزجاج أو البلاستيك لأن لديهما القدرة على السماح لأشعة الشمس بالنفاذ والمرور من خلالهما إلى النباتات داخل البيت المحمي. وبالتالي فإن البيت المحمي يعمل على تجميع الإشعاع الشمسي مما يساعد على تدفئة النباتات في المناطق الباردة.

ويمكن إجمال أهم مميزات الزراعة في البيوت المحمية بالآتي:

١- الرفع من إنتاجية وحدة المساحة بمقدار ٧-١٠ مرات مقارنة مع الزراعة في الحقول المكشوفة.

٢- التوفير في مياه الري نظرا لاستخدام وسائل حديثة في الري تقابل احتياجات النبات مثل الري بالتنقيط.

٣- إنتاج محاصيل في مواعيد معينة للسوق بالتحكم في الظروف البيئية مع الاحتفاظ بالنوعية وذلك بالحد من التقلبات الجوية.

٤- توفير شتلات ذات جودة عالية ومواصفات مرغوبة.

٥- إنتاج بعض المحاصيل خلال اشهر نقصها في الأسواق لتغطية احتياجات المستهلكين وتصدير الفائض.

٦- إنتاج النباتات الطبية والتي تحتاج إلى بيئة خاصة في نموها وإنتاجيتها.

العوامل البيئية المؤثرة على نمو النبات داخل البيوت المحمية

١ - الضوء (Light)

يعتبر الضوء من أهم العوامل التي تؤثر على نمو وإنتاجية النباتات داخل البيوت المحمية. وتأتي أهمية الضوء في كونه المصدر الأساسي للطاقة، فالنباتات الخضراء تحتوي على صبغة الكلوروفيل التي تمتلك القدرة على امتصاص الطاقة الشمسية اللازمة لعملية البناء الضوئي. والضوء الذي يستخدم في عملية البناء الضوئي يسمى بالضوء المرئي، وهو ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي ذو طول موجة بين ٠،٤ - ٠،٧ ميكرون الذي ينبه البصر الإنساني ويمتد على منطقة الطيف المرئية بالعين البشرية. وتتأثر عملية البناء الضوئي

بالضوء المرئي حيث أن الضوء الأحمر والأزرق هما اللذان يستخدمان بكثرة لهـذه العمليـة بوجود ثاني أكسيد الكربون و الماء.

إشعاع شمسي

ثاني أكسيد الكربون + الماء + كلوروفيل ←—— أكسجين + طاقة

ويختلف الضوء من عدة نواحي، شدة الإضاءة، مدة الإضاءة و نوعية الضوء. وهذه الصفات مجتمعة أو منفردة تؤثر على نمو النباتات بشكل أو بآخر.

ويمكن أن تُصنف محاصيل البيوت المحمية أنها نباتات إما نباتات شـمس أو ظـل. تستطيع نباتات الشمس أن تنمو في بيئة ذات إشعاع شمسي كامل، بينما نباتات الظل يمكن أن تتأثر (تذبل) بسرعة إذا ما عُرضت لمستويات عالية من الإشعاع الشمسي.

٢ – درجة الحرارة (Temperature)

تؤثر درجة الحرارة تأثيراً كبيراً في النباتات، فهي تؤثر على كافة العمليات الوظيفية (الفسيولوجية) التي تحدث في النبات مثل عمليات الامتصاص والتبخـر والتـنفس والبنـاء الضوئي. وتعتبر درجات حرارة بين ٢٢ و ٢٧°م ملائمة لنمو وإنتاجيـة معظـم محاصـيل البيوت المحمية.

يتوقف تأثير درجة الحرارة على معدل البناء الضوئي على كل من: نـوع النبـات، العوامل الأخرى المرافقة كالضوء (الإشعاع الشمسي) وتركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء.

تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى زيادة معدل التنفس، ويؤدي انخفاض درجة الحـرارة إلى خفض معدل التنفس حتى يتوقف. وبصورة عامة فإن درجة الحـرارة المثلـى لعمليـات التنفس أعلى منها لعمليات التمثيل الضوئي. ينخفض معدل امتصاص الماء في كثيـر مـن أصناف النباتات إذا انخفضت درجة حرارة التربة إلى درجة قريبة من الصفر مما يؤدي إلى ذبول وموت النباتات خصوصاً في المناطق الحارة .

يزداد معدل نتح النباتات داخل البيت المحمي مع زيادة درجة حرارة الهواء المحـيط بالمجموع الخضري. من جهة أخرى تتأثر درجة حرارة النبات بكل مـن: طاقـة الإشـعاع الشمسي، انتقال الحرارة بالحمل من الهواء المحيط بالنبات والتبخر (النتح) من سطح النبات. محاصيل البيوت المحمية تنمو عند درجات حرارة محدودة ليلاً بحيث أن درجة حرارة النهار تكون أعلى من درجة الحرارة ليلاً . يوجد توصيات محددة بدرجات الحرارة لكل نبـات في البيت المحمي.

٣ – الهواء (Air)

الهواء عبارة عن مزيج من غازات يشكل النيتروجين ٧٨٪ منهـا والأكـسجين ٢١٪ والأرجون ١٪. بينما تركيز ثاني أكسيد الكربون يتراوح بـين ٠,٠٣٪ إلـى ٠,٠٣٥٪. أهـم غازات الهواء ذات التأثير البيئي على النباتات همـا الأكـسجين وثـاني أكـسيد الكربـون، فالأكسجين ضروري لعملية التنفس، وثاني أكسيد الكربون مهم لعملية التمثيل الضوئي المنتجة للطاقة اللازمة لنمو النبات. ونظراً لأن كمية الأكسجين في الهواء كبيرة فإن التغيرات التـي يمكن أن تطرأ على كميته في الهواء ليست لها أهمية بيئية كبيرة على النباتات. أما بالنـسبة لغاز ثاني أكسيد الكربون فإن أي تغير في كميته يؤثر تأثيراً بالغاً على معدل التمثيل الضوئي.

المصدر الرئيسي لثاني أكسيد الكربون في الجو هـو تـنفس النبـات والحيـوان Respiration وعمليات الاحتراق والبراكين ونشاط بعض الكائنات الدقيقة في التربة. يبلـغ تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الخارجـي حوالي ٤٠٠ جزء في المليون.

غاز ثاني أكسيد الكربون يكون عادة ذو كمية محدودة في بيئة البيوت المحمية المغلقة جيداً ، حيث يكون تركيز ثاني أكسيد الكربون ٤٠٠ جزء في المليون قبل طلوع الشمس. هذا المعدل ينخفض إلى حوالي ١٥٠ جزء في المليون بعد طلوع الشمس بقليل نظرا لاسـتهلاك جزء كبير منه في عملية التمثيل الضوئي بوجود الاشعاع الشمسي. يتم امتصاص ثاني أكسيد الكربون بواسطة أوراق النباتات خلا ل الثغور (Stomatas). معدل الامتصاص يعتمد علـى عدة عوامل منها :

١ – تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.
٢ – مرحلة النمو.
٣ – درجة الحرارة.
٤ – كمية الإشعاع الشمسي (أو الضوء).

تركيز ٣٠٠ جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون يعتبر كافياً لنمو النباتات ولكن بعض النباتات لها القدرة على استخدام كمية أكبر مما يعني النمو السريع لها. إن زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي ١٥٠٠ جزء في المليون مع وجود الإشعاع الشمسي (الضوء) المناسب والحرارة الملائمة قد يزيد من معدل نمو النباتات داخل البيوت المحمية في بعـض الأصناف مما قد يحسن من نوعية النباتات و المحصول . ولكن هذا الإجراء قـد لا يكـون بالضرورة ذو عائد اقتصادي مربح .

خفض تركيز ثاني أكسيد الكربون خلال النهار يرجع إلى استهلاكه بواسطة النباتات. قد تكون هذه مشكلة كبيرة بالنسبة لنباتات البيوت المحمية خلال فصل الشتاء، حيث أن البيوت المحمية تكون مغلقة أو مغلقة جزئياً (مستوى التهوية قليل) مما يعني أن مستوى ثاني أكسيد الكربون سوف ينقص مما يؤثر على نمو النباتات. هذا النقص ممكن أن يلاحظ بشدة داخل غطاء النبات (Plant canopy). خلط الهواء Air circulation فوق غطاء النبات مع الهواء داخله يُساعد على إحداث حل جزئي لهذه المشكلة. في حالات العجز القصوى ثاني أكسيد الكربون ممكن أن يتم حقنه داخل البيوت المحمية بواسطة أجهزة خاصة لذلك.

تعتبر سرعة الهواء داخل البيت المحمي ذات تأثير مهم على بعض العوامل المؤثرة على نمو النباتات داخل البيت المحمي مثل :

١ – النتح والبخر: حيث أن زيادة سرعة الهواء حول النباتات يزيد من معدل التبخر والنتح من أوراق النباتات.

٢ – درجة حرارة الورقة: سرعة الهواء تؤثر على معدل انتقال الحرارة بالحمل بين أوراق النباتات والهواء المحيط.

٣ – وجود CO_2 : سرعة الهواء داخل البيت المحمي لها تأثير مهم على امتصاص CO_2. حركة الهواء حول أوراق النباتات بسرعة ١ م/ث تسهل عملية امتصاص CO_2.

٤ – الرطوبة النسبية (Relative humidity)

الرطوبة النسبية هي نسبة ضغط بخار الماء الحقيقي في الهواء إلى ضغط بخار الماء الذي يحدث إذا كان الهواء مشبعاً بالرطوبة عند نفس درجة الحرارة. فلذلك بخار الماء يتحرك من موقع لآخر بسبب اختلاف ضغط بخار الماء لذا فإن الرطوبة النسبية تؤثر على النتح بواسطة التأثير على فرق ضغط بخار الماء بين أوراق النبات والهواء المحيط بالنبات . وتعتبر رطوبة نسبية بين ٧٠ و ٨٠ ٪ ملائمة لنمو وإنتاجية معظم محاصيل البيوت المحمية.

الانخفاض الحاد في الرطوبة النسبية للهواء المحيط بالنباتات يزيد من البخر بمعدل أكبر من قدرة النبات على استعادة الماء المفقود وينتج عنه الذبول Wilting . كما أن رطوبة نسبية أعلى من ٩٥٪ تعتبر بيئة صالحة لنمو الفطريات والعفن على النباتات.

يتكون بخار الماء داخل البيوت المحمية نتيجة لعملية النتح من النباتات والتبخر من سطح التربة. كما أن أجهزة التبريد التبخري مثل اللباد والرذاذ يعتبران من مصادر اضافة بخار الماء داخل البيوت المحمية.

أنواع البيوت المحمية

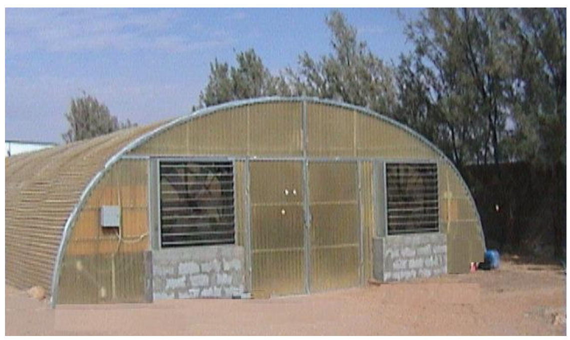
يمكن تصنيف البيوت المحمية حسب الشكل إلى ما يلي:

١- البيوت المحمية المفردة

هناك عدة أنماط من التصميمات من البيوت المحمية المفردة ، ويمكن حصر أنواعها في الآتي:

أ- **النصف أسطواني (Quonset)**

وهذه تمثل ابسط الأنماط من التصميمات ويتفاوت عرضها من ٣م إلى ٩م. ويبنى الهيكل من الحديد أو الأخشاب وتغطى بأغطية بلاستيكية أو فايبرجلاس، ولا تحتاج إلى اساسات مرتفعة ويستعمل نظام المراسي الأرضية ولا يزيد ارتفاعها عن ٣,٥ م ولذلك فهي غير مناسبة لاستعمال مناضد الزراعة بداخلها. ويوضح الشكل (١) البيوت المحمية المفردة النصف أسطوانية.



شكل (١): البيوت المحمية المفردة النصف أسطوانية

ب- **الغوطي (Gothic)**

يكون الهيكل من الأخشاب أو الحديد أو الألمونيوم ويغطى بالمواد البلاستيكية ومن مزاياه سهولة التخلص من الترسبات سواء كان ذلك أتربة أو جليد أو غيره وذلك لانحدار السطح.



شكل (٢): البيوت المحمية المفردة الغوطية

ت- الهياكل الجمالونية (Gable)

يعد هذا النمط أكثر الأنماط شيوعا في البيوت الزجاجية خاصــة. يمكــن أن يكــون تصميم الجمالون بعدة طرق. وعامة يمكن استعمال أي نوع من الأغطية في هذه الأنواع من التصميمات الجمالونية. يمكن أن يكون تصميم الجمالون بعدة طرق وأحسن الطرق المرغوبة لتصميم الجمالون للبيت المحمي هو تقليل عدد الروافد لإتاحة دخول أقصى إضــاءة ممكنــة. وعامة يمكن استعمال أي نوع من الأغطية في هذه الأنواع من التصميمات الجمالونية وغالباً ما يستعمل الزجاج في التصميمات ذات الأسطح المنتظمة بينما يــستعمل الفــايبرجلاس فــي التصميمات القوسية. ويوضح الشكل (٣) البيوت المحمية المفردة الجمالونية.



شكل (٣): البيوت المحمية المفردة الجمالونية

٢-٣-٢ البيوت المحمية المتصلة

وهي عبارة عن مجموعة من البيوت نصف الدائرية أو الجمالونيــة متجــاورة مــع بعضها البعض ويتراوح عرض البيت الواحد بين ٣ م إلى ٨ م ويبلغ الارتفاع تحت الأخدود ٢,٣ تقريباً. وميزة هذا النوع من التصميم هو المقدرة على تغطية مساحة كبيرة بأقل عدد من الحوائط وبالتالي تقليل الفاقد من الحرارة، هذا بالإضافة إلى المزايا الأخرى كتماثل الظروف البيئية وسهولة التحرك داخل مبنى واحد، تخفيض تكاليف العمليات الزراعيــة لأنــة يــسمح بالميكنة، ويفضل استعمال هذا النوع من التصميم في المناطق التي يقل فيهــا الجليــد ومــن سلبيات هذا النوع من التصميم زيادة الظل داخل هذه البيوت لالتصاق بعضها ببعض كما أنه يحتاج إلى العديد من الركائز الشيء الذي ربما يتعارض مع إجراء بعض العمليات الزراعية داخل البيت المحمي. ولكن يمكن تفادي هذه المشكلة باستعمال المقصات (Trusses). ويعــاب على هذا النوع من البيوت زيادة المخاطر الناشئة عن الأمراض أو تعطل أجهزة التدفئــة أو التبريد. وتوضح الأشكال (٤) و (٥) و (٦) البيوت المحمية المتصلة.



شكل (٤): البيوت المحمية الجمالونية المتصلة



شكل (٥): البيوت المحمية الغوطية المتصلة



شكل (٦): البيوت المحمية الاهليجية المتصلة

إنشاء البيوت المحمية

مواد الإنشاء

تستعمل الأخشاب أو الفولاذ المجلفن أو الألمونيوم لإنشاء هياكل البيوت المحمية. وعند استعمال الأخشاب يفضل اختيار تلك المقاومة للتلف والرطوبة المرتفعة لأن الرطوبة النسبية داخل البيت المحمي تكون عالية. وعند استعمال الفولاذ يجب أن يطلى ويجلفن وذلك لمقاومة التآكل وقد يفضل البعض استعمال الحديد ودهنه بمادة مانعة للصدأ. وقد اكتسبت مادة الألمونيوم قبولاً عاماً لاستعمالها في هياكل البيوت المحمية وذلك لمقاومتها للتآكل خاصة إذا أبعدت عنها الكيماويات كالأسمدة وغيرها.

تنفيذ الإنشاء

يوجد العديد من الأنظمة لإنشاء البيوت المحمية. بعض هذه الأنظمة له مميزات مقارنه بأنظمة أخرى وذلك لتطبيقات معينة، ولكن لا يوجد تصميم واحد يمكن أن يقال عنه الأفضل. التصميم الجيد للبيت المحمي يأخذ في الاعتبار الحماية من القوى الناتجة من الرياح والأمطار والثلوج مع السماح للإشعاع الشمسي بالنفاذ.

عند تصميم أحمال البيوت المحمية يؤخذ في الاعتبار أوزان مواد الإنشاء (الحمل الميت) والأحمال الناتجة من الرياح والأمطار والثلوج. الحمل الميت يعتمد على نوع الأغطية والهياكل والأحمال الناتجة من المعدات والأجهزة الموجودة بشكل دائم على الهيكل، مثال ذلك معدات التهوية والتدفئة والتبريد. كذلك يؤخذ في الاعتبار وزن العمالة التي قد تعمل أحيانا على السقف والنباتات أو المواد الأخرى المعلقة (الأحمال الحية). توصي الرابطة الوطنية لمصنعي البيوت المحمية الأمريكية بحد أقصى للحمل الحي بحوالي ٧٥ كجم/م^{٢} من مساحة البيت المحمي. كذلك يجب أن تقاوم البيوت المحمية رياح سرعتها ١٣٠ كم/س من الاتجاه الذي يسبب أقصى حمل للرياح. الحمل الحقيقي للرياح يعتمد على زاوية الرياح وشكل وحجم البيت المحمي ووجود مصدات للرياح.

عند تركيب الأغطية، يوصى بتركيب أغطية السقف أولاً ابتداء من الجهة التي تهب نحوها الرياح، ثم تركب أغطية الأطراف والجوانب، ثم بعد ذلك يتم تركيب أغطية الجوانب والأطراف التي تتصرف منها الرياح. وبهذه الطريقة يمكن أن يدرأ خطر إتلاف الأغطية في حالة هبوب رياح عالية السرعة وأيضاً تفادي تأثير الانتفاخ.

الأغطية المستخدمة للبيوت المحمية

خواص مواد الأغطية

إن الغرض الأساسي من الأغطية نفاذ طاقة الإشعاع الشمسي وتقليل انتقال الحـــرارة إلى خارج البيت المحمي. هذا يؤدي لارتفاع درجة حرارة الهواء داخل البيت المحمي، حيث يكون هذا مفيداً في تدفئة الهواء. هذا بالإضافة إلى بعض الخواص المرغوبة كمقاومة التلــف والتعري والتمزق بالإضافة إلى قلة التكلفة. ولغرض حفظ الطاقة الحراريـــة داخـــل البيــت المحمي في الأوقات الباردة من السنة يفضل أن تكون مادة الغطاء ذات نفاذية عالية لأشـــعة الشمس ونفاذية منخفضة للأشعة طويلة الموجة. أما في المناطق الحارة يفضل استخدام مـــواد أغطية لها نفاذية عالية للإشعاع الحراري لغرض التخلص من الطاقة الحرارية داخل البيــت المحمي على شكل موجات طويلة.

نفاذ الأشعة تحت الحمراء (أو طويلة الموجة)

يمكن للأشعة تحت الحمراء أن تنفذ أو تمتص أو تعكس كغيرها من الأشعة. ولغرض حفظ الطاقة الحرارية داخل البيت المحمي في الأوقات الباردة من السنة تكون مـــادة الغطـــاء المثلى ذات نفاذية عالية لأشعة الشمس ولا تسمح بنفاذ الأشعة إلى الخارج بل تعكسها. وعليه يمكن لنا أن نطمح في إيجاد مادة ذات نفاذية عالية لأشعة الشمس وذات امتـــصاصية عاليـــة للأشعة تحت الحمراء وينتج عن هذا الامتصاص ارتفاع في درجة حرارة الـــسطح وبالتـــالي إعادة الإشعاع في الجانبين من السطح وعليه يمكن المحافظة على الطاقة الإشعاعية الـــساقطة بعكسها داخل البيت المحمي.

فقدان الطاقة الحرارية

تنتقل الحرارة بالحمل من داخل البيت المحمي إلى السطح الداخلي لمادة الغطـــاء ثـــم تنتقل بالتوصيل خلال مادة الغطاء ثم بالحمل إلى الجو المحيط. ويكون معامل التوصيل هاماً إذا أخذنا بالاعتبار سمك طبقة الهواء الساكن بجوار سطح الغطاء.

الخواص الفيزيائية

من اللازم أن تكون لمادة الغطاء مقاومة عالية لتحمل الظروف الطبيعيـــة كالريـــاح والأمطار والجليد والصقيع وارتفاع درجة الحرارة كما تتحمل الصدمات التي ربمـــا تحـــدث نتيجة لارتطام الأجسام بها بعض الأحيان.

تعتمد الفترة التي تقضيها مادة الغطاء في تأدية الغرض على قوة مقاومة المادة للتقلبات الجوية وتأثير التقلبات الجوية على أغطية البيوت المحمية تؤدي إلى الآتي:

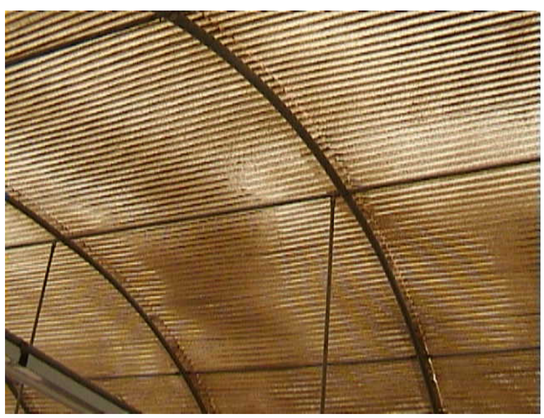
١- التدهور في الخواص الضوئية: تتعرض مادة البوليثيلين إلى التلف من الأشعة فوق البنفسجية، وذلك بتغير لونها.



شكل (٧): التلف والتعري لمادة البولي ايثيلين

٢- الأكسدة: تتأثر المواد العضوية وغير العضوية بمادة الأوكسجين إذ تتم عملية الأكسدة. وعند أكسدة البلاستيك يصبح هشاً.

٣- تعرية السطح: تتم إزالة الطبقة السطحية للمادة ويتشقق السطح وتظهر الثقوب التي ربما يغطيها الغبار ويؤدي هذا إلى تقليل كمية الطاقة النافذة (شكل ٨).



شكل (٨): تراكم الغبار على أغطية الألياف الزجاجية.

٤- تأثير الحرارة: يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وتغايرها من نقطة لأخرى على سطح الغطاء إلى التشقق وبالتالي إلى الأكسدة وتعرية السطح (شكل ٩).



شكل (٩): تعرية سطح البيت المحمي.

أنواع أغطية البيوت المحمية

كانت مادة الزجاج هي المادة الوحيدة المستعملة في أغطية البيوت المحمية عند بداية الزراعة المحمية. ومع التقدم العلمي ظهرت مواد بديلة أقل تكلفة وأسهل في التركيب على الهياكل المختلفة الأشكال وعلى درجة عالية من الكفاءة مثل الألياف الزجاجية والأغطية البلاستيكية. وهناك أغطية أخرى مثل الأكريليك. وفي الفقرات التالية يتم وصف المواد المختلفة وخصائص كل منها:

١- الزجاج (Glass)

الزجاج هو المادة التقليدية لتغطية البيوت المحمية ويتمتع بنفاذية عالية للأشعة الضوئية (٨٨%). ويعتبر الزجاج أطول عمراً من المواد الأخرى المستعملة في البيوت المحمية. وتصنع ألواح الزجاج على سماكات مختلفة وتصنع ألواح ذات طبقتين أو ثلاث، وذلك لزيادة قوة تحملها، الشيء الذي مكن تصنيع ألواح أكبر أبعاداً من الألواح التي كانت سائدة، وقد أدت تلك المقاييس الحديثة إلى إمكانية زيادة أبعاد أجزاء الهيكل وبالتالي نتج عن ذلك تقليل أجزاء الهيكل كالروافد والعارضات في البيوت المحمية ولاشك أن تقليل أجزاء الهيكل ينتج عنه تقليل لأبعاد الظل الذي ينتج عن هذه الأجزاء.

يحتفظ الزجاج بخاصية نفاذيته للضوء لفترة طويلة ولكن ربما تعاق تلك الخاصية نتيجة لترسب ذرات الغبار أو حدوث بعض الخدش على سطحه. كما يحتاج سد الفراغ بين ألواح الزجاج وأجزاء الهيكل إلى عناية تامة وتكون عملية الصيانة مشكلة دائمة مع مرور الزمن.



٢– الليف الزجاجي المقوى (Fiberglass Reinforced Plastic)

تصنع ألواح الفايبرجلاس من البلاستيك والألياف الزجاجية بالإضافة إلى مادة رابطة. ومن خصائصه قوة تحمله للصدمات أكثر من الزجاج العادي ويدوم فترة أطول من الأغشية البلاستيكية. وتقارب نفاذية ألواح الفايبرجلاس المقوى المعرجة للضوء ٨٨٪. كمية الحرارة النافذة Thermal radiation خلال ألواح الفايبرجلاس تعادل تقريبا الكمية النافذة خلال ألواح الزجاج. ويحتاج البيت المحمي المشيد من الفايبرجلاس المقوى إلى أجزاء هيكلية تقل كثيراً عن حاجة البيت الزجاجي.



وتتداول ألواح الفايبرجلاس المقوى في مقاييس ١,٢ ، ١,٥، ١,٨ كجم/م٢، بينما تتداول الألواح المسطحة في وزن ١,٢ كجم/٢. وعادة تستعمل الألواح المسطحة في الحوائط الجانبية. وتربط ألواح الفايبرجلاس إلى الهيكل بالمسامير، كما يستعان بالأغطية والحشوات المعدنية في أعلى المبنى لمنع التسرب (سد الفجوات).

ومن أهم خصائص الفيبرجلاس أنه يعمل على تشتيت الإشعاع الشمسي الساقط عليه، الأمر الذي يزيد من تجانس الإضاءة داخل البيت المحمي بدرجة أكبر مما في حالة الغطاء الزجاجي. كما أنه أكثر مقاومة للتكسير بفعل البرد عن الزجاج، وأكثر تحملاً للانخفاض

الشديد في درجة الحرارة عن البوليثيلين. ويعاب على الفيبرجلاس أنه يتعرض للخدش بفعل احتكاكه بحبيبات الرمال والتراب وبفعل التلوث الجوي. كما أن تعرضها للجو الخارجي يؤدي إلى تجمع الأتربة على سطحها الخارجي، ونمو الطحالب، فتصبح داكنة اللون وتقل نفاذيتها للضوء. ويمكن تصحيح أو معالجة هذه الحالة بتنظيف سطح شريحة الفيبرجلاس بفرشاة قوية نظيفة أو بصوف زجاجي، ثم دهنا بطبقة جديدة من الأكريلك.

وتبلغ نفاذية الفيبرجلاس للإشعاع الشمسي حوالي ٩٢-٩٥٪ وتنخفض إلى ٦٤٪ في شرائح الفيبرجلاس الصفراء و ٦٢٪ في الشرائح الخضراء.

ويعتبر الفيبرجلاس أقل مقدرة على التوصيل الحراري من الزجاج. ويعني ذلك أن البيوت المغطاة بالفيبرجلاس تكون أقل احتياجاً للتبريد صيفاً وأقل حاجة للتدفئة شتاء عن البيوت الزجاجية. ومما يساعد على ذلك أن تسرب الحرارة منها يكون بدرجة أقل مما في البيوت الزجاجية، نظراً لأن ألواح الفيبرجلاس تكون أكبر مساحة وبالتالي تقل أماكن اتصال الألواح مع الهيكل. وينطبق ذلك بصفة خاصة على ألواح الفيبرجلاس الملساء. أما الألواح المعرجة، فإنها تزيد كثيراً من سطح البيت المعرض للجو الخارجي مما يزيد من الحرارة المفقودة.

٣- البوليثيلين

أغشية البوليثلين لها نفاذية للضوء مماثلة للزجاج ولكنها قليلة الفعالية في حجز الإشعاع الحراري. تستعمل هذه الأغشية في العمليات الموسمية غير الدائمة، وعادة يبلى البوليثيلين بعد عام ويجب تغييره وذلك نتيجة لإتلافه بالأشعة الشمسية فوق البنفسجية وقد أجريت العديد من الأبحاث وما تزال تُجرى لتأتي بالجديد في مجال إطالة فترة الأغشية البوليثلينية.

وتعتبر أغطية البوليثيلين أرخص الأغطية البلاستيكية وأكثر انتشاراً وتبلغ نفاذية البوليثيلين للإشعاع الشمسي ٨٧٪ وهو منفذ لكل من الأشعة فوق البنفسجية بنسبة تصل إلى ٨٠٪ والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٧٧٪. وبذلك فهو يسمح بنفاذ الأشعة ذات الموجات الطويلة التي تصدر من النباتات والتربة ويفيد هذا في تقليل الحاجة للتهوية والتبريد نهاراً، لكن يقابل ذلك زيادة الحاجة للتدفئة شتاءاً، نظراً لأن أغطية البوليثيلين تسمح بنفاذ الإشعاع الحراري الذي يصدر من الأجسام داخل البيت المحمي ليلاً.

٤- أغطية البوليثيلين المزدوجة (Double layer Polyethylene)

يغطى البيت المحمي في هذا النظام بطبقتين من أغطية البوليثيلين والتي يفصل بينها طبقة من الهواء. تستعمل مضخة هواء لنفخ الطبقتين وفصلهما من بعض، وتعمل المضخة باستمرار لحفظ الطبقتين منفصلتين. وقد نجح هذا التصميم في تقليل الفاقد من الطاقة الحرارية من داخل البيت المحمي. كما أنه يحافظ على بقاء الغطاء منتفخاً الشيء الذي يقاوم تأثير الرياح هذا بالإضافة إلى ميزة أخرى وهي تقليل التكثف في الحوائط الداخلية إذ أن درجة حرارة السطح الداخلي تكون تقريباً هي نفس درجة حرارة البيت المحمي.

٥- البولي فينايل كلورايد Polyvinyl Chloride (PVC)

لقد تمت تجربة مادة PVC كغطاء للبيوت المحمية ولكن اتضح تغير لونها إلى أصفر ثم أسود في فترة تتراوح بين سنة إلى أربع سنوات لذلك لا يوصى باستخدامها. كما أنها تصبح قصفه. وتعتبر أغطية البولي فينايل كلورايد أقل نفاذية من البوليثلين للأشعة فوق البنفسجية (٧٠٪ للبولي فينايل). ومن أهم مميزاتها أنها لا تسمح إلا لـ ١٢٪ فقط من الأشعة تحت الحمراء بالنفاذ من خلالها، وبذلك تعمل على الاحتفاظ بالإشعاع الحراري (حرارة) داخل البيت المحمي. وهي تتحمل لفترة تتراوح من ثلاث إلى خمس سنوات والأغلب إنها تتحمل لثلاث سنوات فقط في المناطق الحارة. وبرغم أن نفاذية البولي فينايل كلورايد للإشعاع الشمسي تبلغ ٨٨٪ إلا أنها تحتفظ بشحنات كهربائية على سطحها تجذب إليها الأتربة، مما يقلل من نفاذيتها للإشعاع الشمسي، إلا إذا غسلت كلما تجمعت الأتربة عليها.

٦- الأكريليك Acrylic

هي مادة في غاية الشفافية ويمكن التحكم في نفاذيتها للإشعاع بالتحكم في محتوى الألوان وسمكها. وتبلغ نفاذيتها للإشعاع الشمسي حوالي ٩٣٪ ولها مقاومة عالية لتحمل الصدمات، ولكن تعتبر أسعارها عالية.